

J8

(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift

(10) DE 198 17 497 A 1

(51) Int. Cl. 6:  
F 02 N 11/00  
F 02 N 17/08

DE 198 17 497 A 1

(21) Aktenzeichen: 198 17 497.7  
(22) Anmeldetag: 20. 4. 98  
(23) Offenlegungstag: 28. 10. 99

(11) Anmelder:

ISAD Electronic Systems GmbH & Co. KG, 50733  
Köln, DE; Bayerische Motoren Werke AG, 80809  
München, DE

(14) Vertreter:

Samson & Partner, Patentanwälte, 80538 München

(12) Erfinder:

Pels, Thomas, 51491 Overath, DE; Roskopf, Franz,  
81476 München, DE

(58) Entgegenhaltungen:

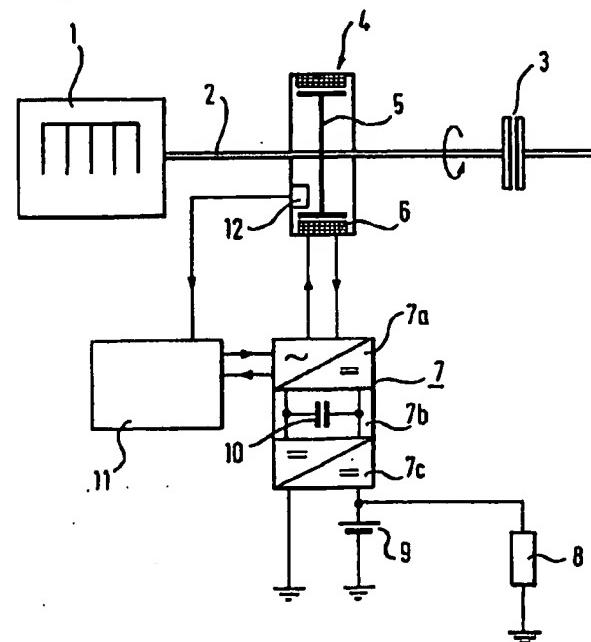
DE-AS	10 36 578
DE	44 06 481 A1
EP	05 69 347 A2
WO	91 16 538

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(44) Verfahren und Startersystem zum Starten eines Verbrennungsmotors

(47) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten eines Verbrennungsmotors und ein entsprechendes Startersystem, wobei die Kurbelwelle (4) des Verbrennungsmotors (1) mindestens auf eine zum Anspringen des Verbrennungsmotors (1) notwendige Startdrehzahl beschleunigt wird. Dabei wird vor dem eigentlichen Startvorgang die Kurbelwelle (2) mit Hilfe der elektrischen Maschine (4) für den Startvorgang in einen vorgegebenen Kurbelwinkel gebracht und der Startvorgang von diesem Kurbelwinkel aus begonnen.



DE 198 17 497 A 1

zur Erfassung des Kurbelwinkels ausgestattet, kann der Startwinkel-Einstellvorgang und damit die Startzeit auch dadurch verkürzt werden, daß der Startwinkel im Bereich unmittelbar vor der Bezugsmarke der Drehwinkelsensorik gewählt wird. Die Drehwinkelerfassung kann dann ohne Verzögerung gleich zu Beginn des Startvorgangs durchgeführt werden.

Wenn das Starten ohne jede Verzögerung erfolgen kann, so dient dies auch der Verkehrssicherheit und erhöht den Bedienungskomfort z. B. von Kraftfahrzeugen. Ferner ist die zum Anspringen eines Verbrennungsmotors insgesamt benötigte Energiemenge dabei geringer, was vorteilhaft eine kleinere Dimensionierung des Starterenergiespeichers erlaubt.

Die bisherige Darstellung der Erfindung gilt für Einzylinder- und Mehrzylindermotoren gleichermaßen, wenn man die Auswahl des Kurbelwellen-Startwinkels auf denjenigen Zylinder eines Mehrzylindermotors abstimmt, welcher zuerst gezündet wird. In der Regel ist die Reihenfolge, in der die Zylinder nacheinander zünden, vorgegeben. Nach dem erfundungsgemäßen Verfahren ist aber auch eine Variante denkbar, bei welcher zumindest bei der Auswahl des zuerst gezündeten Zylinders von einer vorgegebenen Zündfolge abgewichen wird und ein bestimmter Zylinder für die erste Zündung in Abhängigkeit des einzustellenden Startwinkels der Kurbelwelle ausgewählt wird.

Bevorzugt wird der Verbrennungsmotor bereits beim Ausschalten bzw. kurz nach dem Ausschalten der Zündung des Verbrennungsmotors mit Hilfe der im Antriebsstrang angeordneten elektrischen Maschine selbsttätig in eine für den nächsten Start günstigen Startwinkel gebracht, z. B. indem die elektrische Maschine auf die Kurbelwelle des auslaufenden Verbrennungsmotors bremsend oder beschleunigend einwirkt. Alternativ dazu wird der gewünschte Startwinkel erst kurz vor Beginn des Startvorgangs selbsttätig eingestellt, z. B. indem die elektrische Maschine die Kurbelwelle des stillstehenden Verbrennungsmotors in den gewünschten Startwinkel vorwärts oder rückwärts dreht. Damit ist ein unerwünschtes "Verstellens" des einmal eingesetzten Startwinkels in der Zeit zwischen dem Einstellvorgang und dem Startvorgang ausgeschlossen.

Besonders bevorzugt wird in Verbindung mit der letztgenannten Verfahrensvariante die zum Starterbetrieb erforderliche Energie zumindest teilweise einem Kondensatorspeicher entnommen. Die Aufladung des Kondensatorspeichers kann auf unterschiedliche Weise erfolgen. Eine Möglichkeit besteht darin, daß der Kondensatorspeicher erst jeweils vor dem Starten aus einer Starterbatterie aufgeladen wird. Erfundungsgemäß wird das den Einstellvorgang des Kurbelwellen-Startwinkels auslösende Signal gleichzeitig als Signal zum Aufladen des Kondensatorspeichers aus der Starterbatterie verwendet. Das Starten des Verbrennungsmotors kann dann ohne jede Wartezeit erfolgen.

Für die Einstellung des Startwinkels der Kurbelwelle wird der momentane Kurbelwinkel ermittelt, in der Steuerungseinrichtung mit dem Wert des vorgegebenen Kurbelwellen-Startwinkels verglichen und eine etwaige Änderung des Kurbelwinkels nochmals überwacht wird. Hierfür verwendet man bevorzugt eine in der elektrischen Maschine integrierte Winkelerfassung. Besonders bevorzugt ist dem Rotor der elektrischen Maschine ein geeigneter Drehwinkelsensor, z. B. ein induktiver oder optischer Drehwinkelgeber, zugeordnet. Der Drehwinkel der elektrischen Maschine kann aber auch aus dem magnetischen Rückfluß des Rotors im Stator der elektrischen Maschine ermittelt werden. Da der Rotor der elektrischen Maschine entweder direkt oder über eine Übersetzung mit der Kurbelwelle des Verbrennungsmotors verbunden ist, ergibt sich der Kurbelwinkel unmit-

telbar oder durch einfache Umrechnung unter Berücksichtigung des Übersetzungsverhältnisses.

Für das erfundungsgemäße Startersystem eignet sich grundsätzlich jede Art elektrischer Maschine, ob Gleichstrom-, Wechselstrom-, Drehstromsynchron-, oder Drehstromsynchrongenerator, die in der Lage ist, die notwendigen Momente aufzubringen und gewünschte Kurbelwinkelstellung präzise durchzuführen. Bevorzugt ist die elektrische Maschine des erfundungsgemäßen Startersystems eine als Starter/Generator fungierende elektrische Maschine, die bevorzugt permanent mit dem Verbrennungsmotor mitläuft. Besonders bevorzugt handelt es sich bei der elektrischen Maschine des erfundungsgemäßen Startersystems um eine wechselrichtergesteuerte Drehfeldmaschine. Unter "Drehfeldmaschine" wird eine Maschine verstanden, in der ein magnetisches Drehfeld auftritt, das um 360° umläuft und dabei den Läufer mitnimmt. Der Wechselrichter empfängt die Signale aus der Steuerungseinrichtung und stellt Wechselströme mit frei einstellbarer Frequenz, Amplitude und Phase bereit. Eine solche Anordnung ist zum Aufbringen hoher Momente in beide Drehrichtungen der Kurbelwelle hervorragend geeignet.

Ausgestaltungen und Merkmale, die vorstehend oder nachfolgend im Zusammenhang mit dem Verfahren geschildert werden, gelten selbstverständlich auch als im Zusammenhang mit dem entsprechenden Startersystem offenbart (und umgekehrt).

Weitere Vorteile, Merkmale und Ausgestaltungen der Erfindung werden anhand von Ausführungsbeispielen und den angefügten schematischen Zeichnungen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Startersystems mit einem Verbrennungsmotor;

Fig. 2 ein schematisches Diagramm zur Darstellung des Motordrehzahlverlaufs in Abhängigkeit des Kurbelwinkels eines Viertaktverbrennungsmotors;

Fig. 3 ein Flußdiagramm einer ersten Verfahrensvariante zum Starten eines Verbrennungsmotors; und

Fig. 4 ein Flußdiagramm einer zweiten Verfahrensvariante zum Starten eines Verbrennungsmotors.

Das Startersystem gemäß Fig. 1 ist z. B. für ein Kraftfahrzeug, etwa einen Personenkraftwagen bestimmt. Es weist einen nach dem Viertaktverfahren arbeitenden Vierzylinder-verbrennungsmotor 1 auf, der Drehmomente über eine Kurbelwelle 2, eine Kupplung 3 und weitere (nicht gezeigte) Teile eines Antriebsstranges auf die Antriebsräder des Kraftfahrzeugs abgibt. Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist unmittelbar auf der Kurbelwelle 2 eine als Starter/Generator dienende elektrische Maschine 4, hier eine Asynchron-Drehstrommaschine, angeordnet. Sie weist einen direkt auf der Kurbelwelle 2 sitzenden und drehfest mit ihr verbundenen Rotor 5, sowie einen z. B. am Gehäuse des Verbrennungsmotors 1 abgestützten Stator 6 auf. Ein solche elektrische Maschine besitzt ein hohes Losbrechmoment für den Starterbetrieb.

Bei anderen (nicht gezeigten) Ausführungsformen ist der Rotor einer elektrischen Maschine, z. B. eines Gleichstrom-Reihenschlußmotors, über ein Übersetzungsgetriebe mit der Kurbelwelle 2 gekoppelt, ggf. über ein zwischengeschaltetes Einspurgetriebe.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 wird die (nicht dargestellte) Wicklung des Stators 6 der elektrischen Maschine 4 durch einen Wechselrichter 7 mit elektrischen Wechselströmen bzw. -spannungen praktisch frei einstellbarer Amplitude, Phase und Frequenz gespeist. Es handelt sich bevorzugt um einen Gleichspannungs-Zwischenkreis-Wechselrichter, der im wesentlichen aus einem maschinenseitigen Gleichspannungs-Wechselspannungsumrichter 7a, einem